

POLIURETANO 4.0



4a
Conferenza Nazionale
Poliuretano Espanso
rigido

Roma

10 ottobre 2019

*Processo di riciclo meccanico per scarti
industriali di schiume poliuretatiche rigide e
validazione del materiale da riciclo*

A. Tinti, *Poliuretano* n. 61 (12-2018), pp. 3-8.

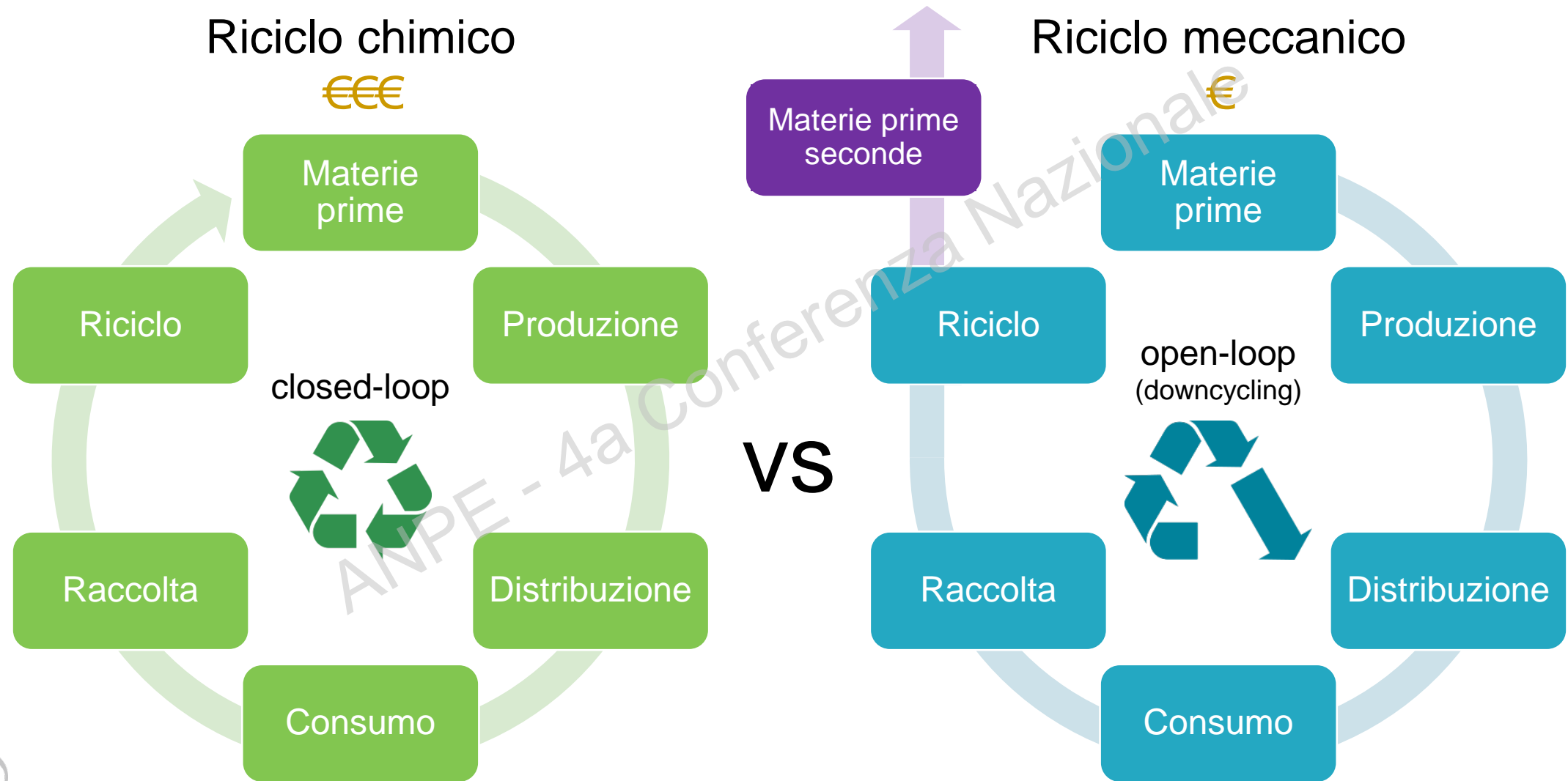
Andrea Tinti

Centro di Ricerche Europeo di Tecnologie, Design e Materiali (CETMA)

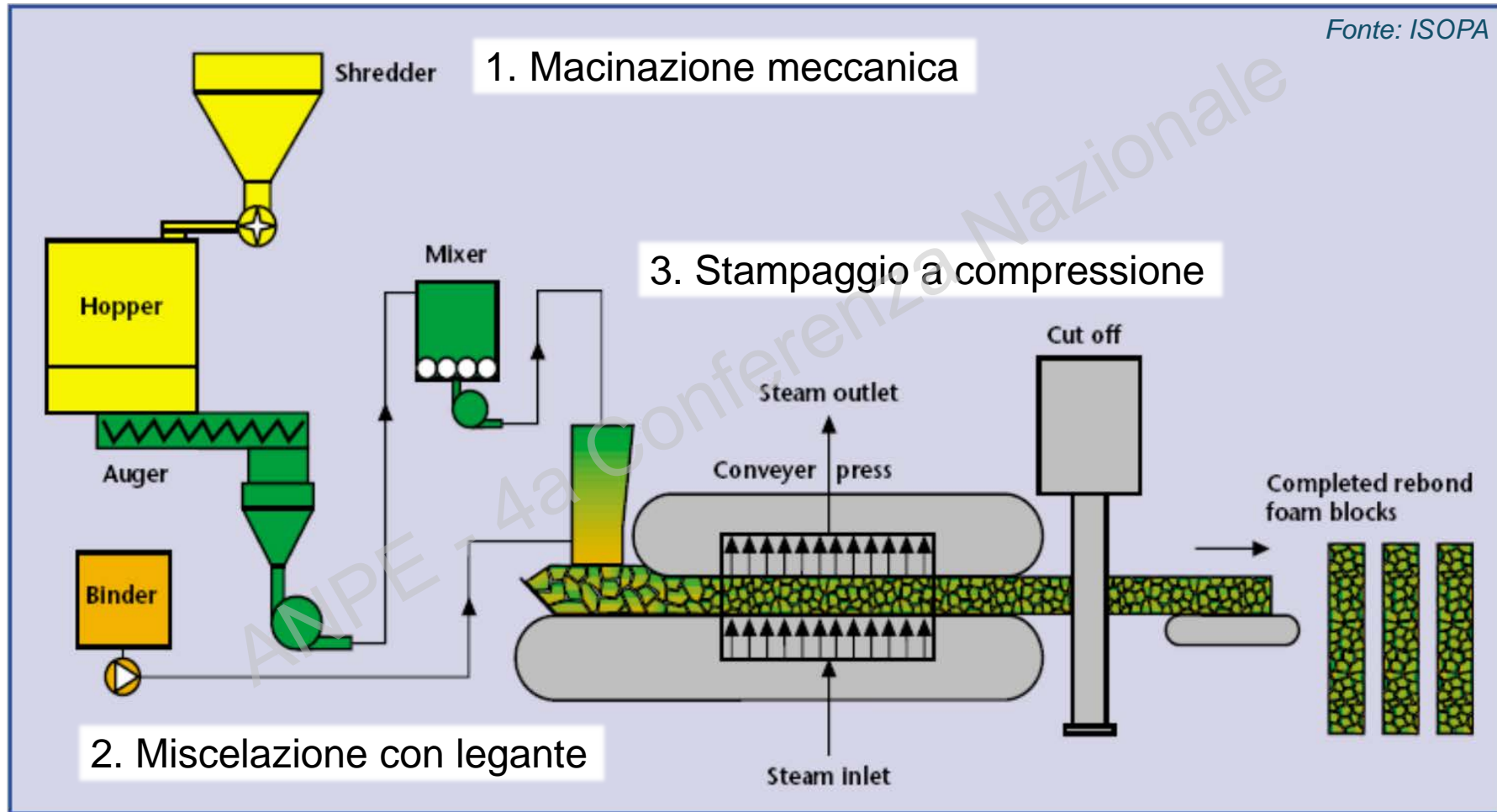
c/o Cittadella della Ricerca - S.S. 7 km 706 + 030 - 72100 Brindisi

Tel.: 0831 449 403 - E-mail: andrea.tinti@cetma.it

Il poliuretano espanso rigido nell'economia circolare



Concept del processo di riciclo: la tecnologia re-bonding



Sviluppo sperimentale del processo di riciclo

1. Macinazione meccanica degli scarti

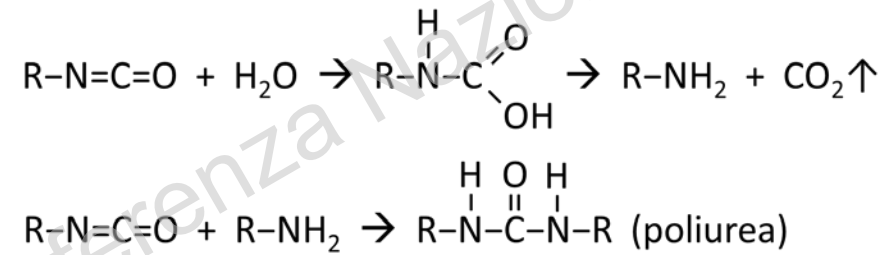
- Sfridi di taglio a bassa densità ($35 \div 50 \text{ kg/m}^3$)
- No separazione densità
- Mulino a coltelli
- Macinato misto granuli/polvere



Sviluppo sperimentale del processo di riciclo

2. Miscelazione degli scarti con un opportuno legante

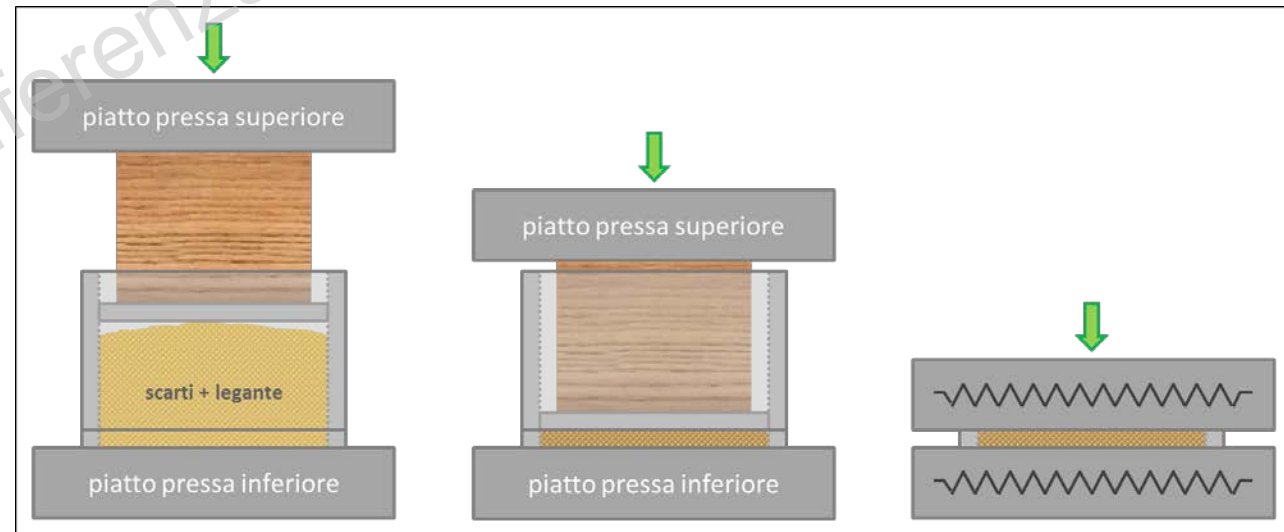
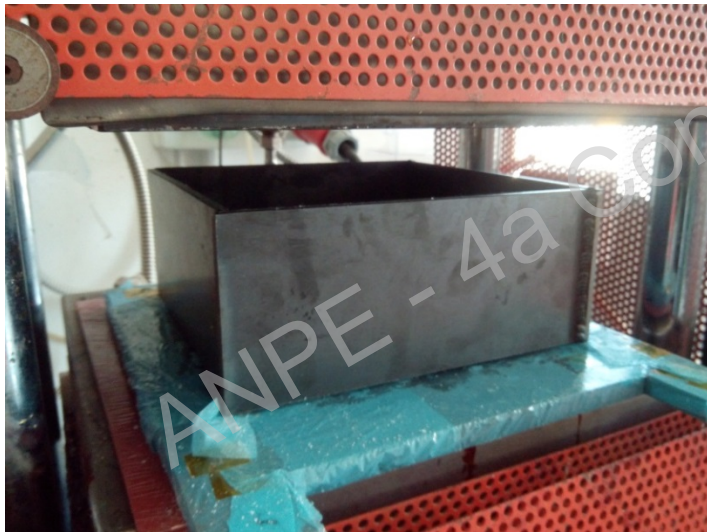
- Pre-polimero MDI commerciale
- Contenuto di legante 5÷15%w (aumenta con frazione di polveri)
- Eventuale aggiunta di acqua



Sviluppo sperimentale del processo di riciclo

3. Stampaggio a compressione del composto scarti/legante

- Stampo modulare
- Temperatura di consolidamento 100 °C
- Densità del pannello 200÷400 kg/m³ (10x densità degli scarti)



Materiale da riciclo



Validazione del materiale da riciclo

- Potenziali applicazioni nel settore dell'arredamento, per allestimenti oppure elementi divisorii, piani di lavoro e mensole (eventualmente previo rivestimento con pelli estetiche e/o di rinforzo)
- Il pannello sviluppato potrebbe essere impiegato in alternativa ai tradizionali pannelli di fibra di legno
- Si è stabilito di far riferimento alle normative relative a questa tipologia di prodotto per fissare i requisiti ed i metodi di prova rispetto ai quali svolgere la caratterizzazione del materiale da riciclo

Classificazione dei pannelli di fibra di legno secondo UNI EN 316

Processo produttivo:

Pannelli di fibra ottenuti per via umida (umidità delle fibre > 20%)

Pannelli teneri (densità 230÷400 kg/m³)

Pannelli semiduri (densità 400÷900 kg/m³)

Pannelli duri (densità > 900 kg/m³)

Pannelli di fibra ottenuti per via secca o MDF (umidità delle fibre < 20% e densità > 450 kg/m³)

Condizioni di utilizzo:

Ambiente secco (20 °C, 65% R.H.)

Ambiente umido (20 °C, 85% R.H.)

Ambiente esterno

Finalità d'uso:

Uso generale

Uso portante

ANPE - 43 Conferenza Nazionale

Requisiti per i pannelli di fibra di legno per uso generale in ambiente secco

- Requisiti meccanici secondo UNI EN 622/1-5

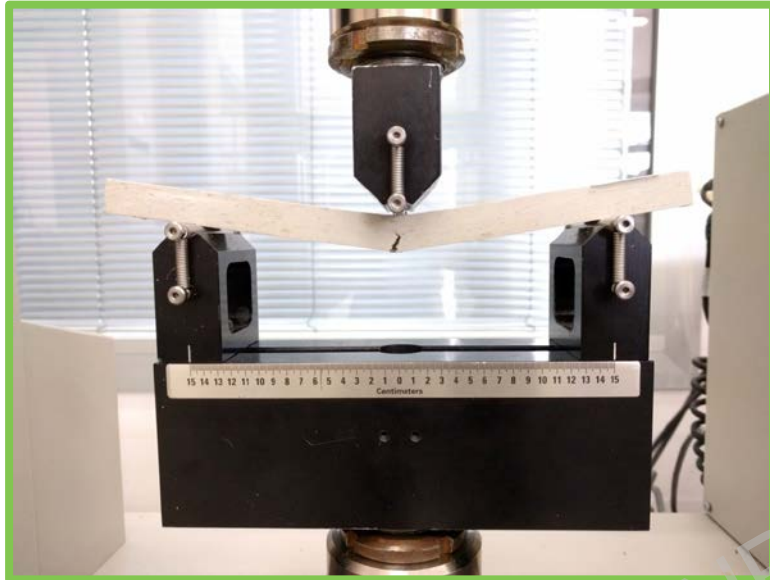
Proprietà	Metodo di prova	Pannelli duri > 900 kg/m ³	Pannelli semiduri 400÷900 kg/m ³	Pannelli teneri 230÷400 kg/m ³	Pannelli MDF > 450 kg/m ³
Resistenza a flessione	EN 310	25 MPa	8÷12 MPa	0,8 MPa	20 MPa
Modulo a flessione	EN 310	-	-	-	2200 MPa
Resistenza a trazione perpendicolare al piano	EN 319	500 kPa	100 kPa	-	550 kPa
Resistenza all'estrazione della vite sulla faccia	EN 320	-	30 N/mm	-	-

- Conducibilità termica secondo UNI EN 13986 (solo per gli utilizzi soggetti a requisiti termoisolanti)

Densità kg/m ³	Conducibilità termica* mW/(m·K)
250	50
400	70
600	100
800	140

* Metodo di prova UNI EN 12664

Caratterizzazione sperimentale del materiale da riciclo



Test di flessione
EN 310



Test di trazione
perpendicolare al piano
EN 319

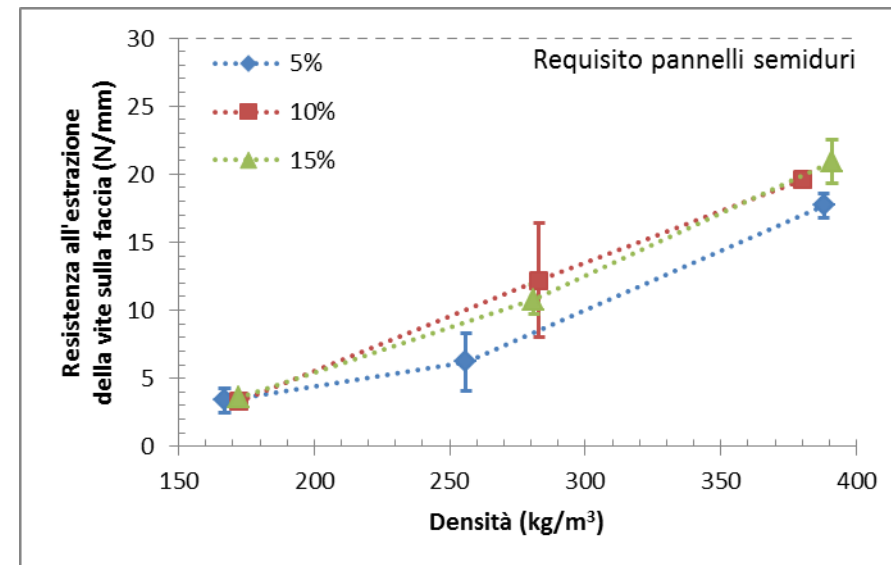
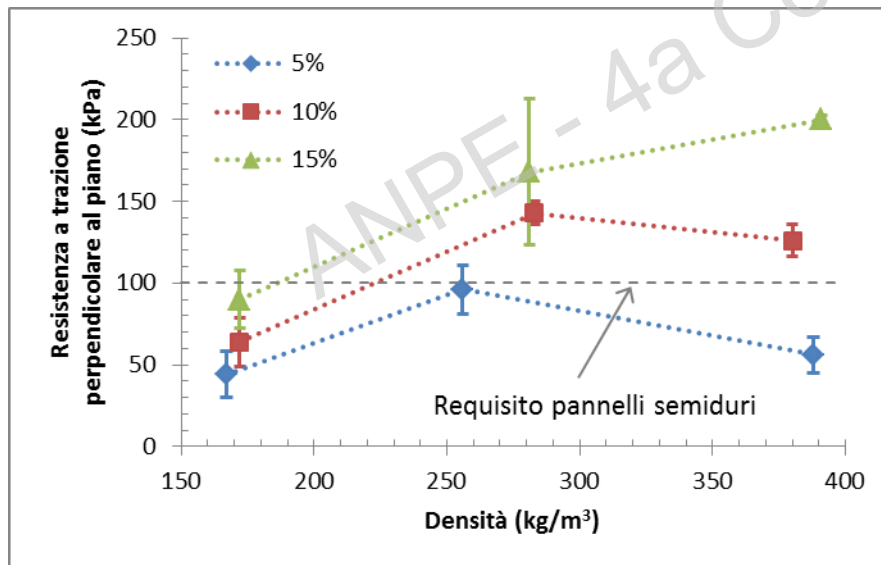
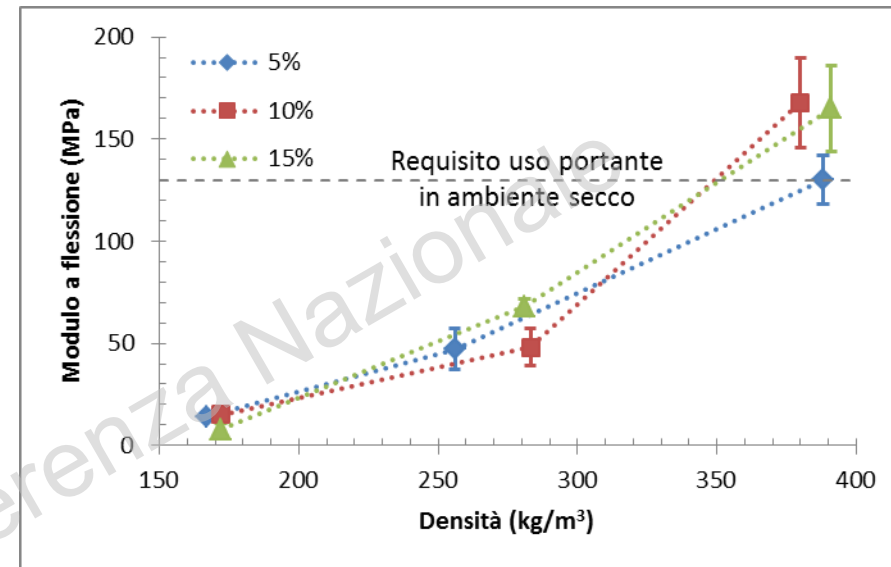
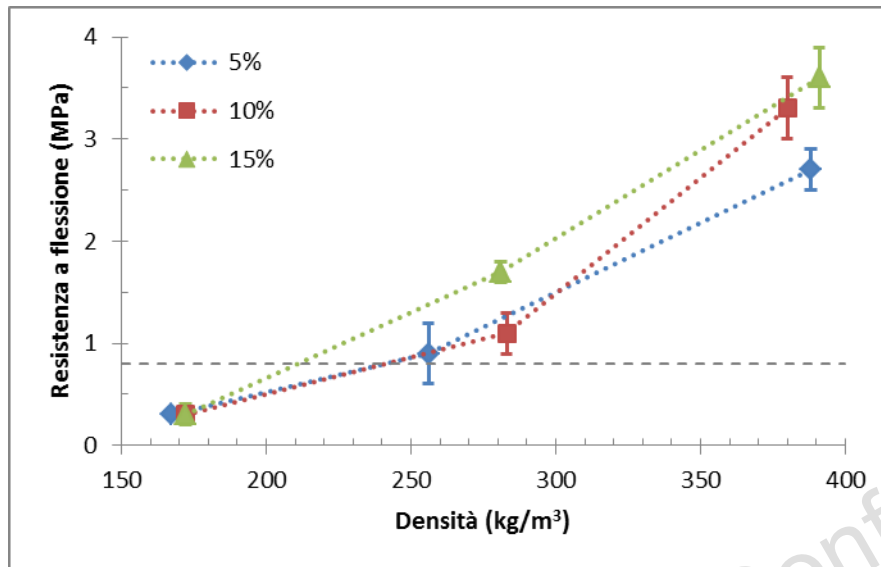


Test di estrazione della vite
sulla faccia
EN 320

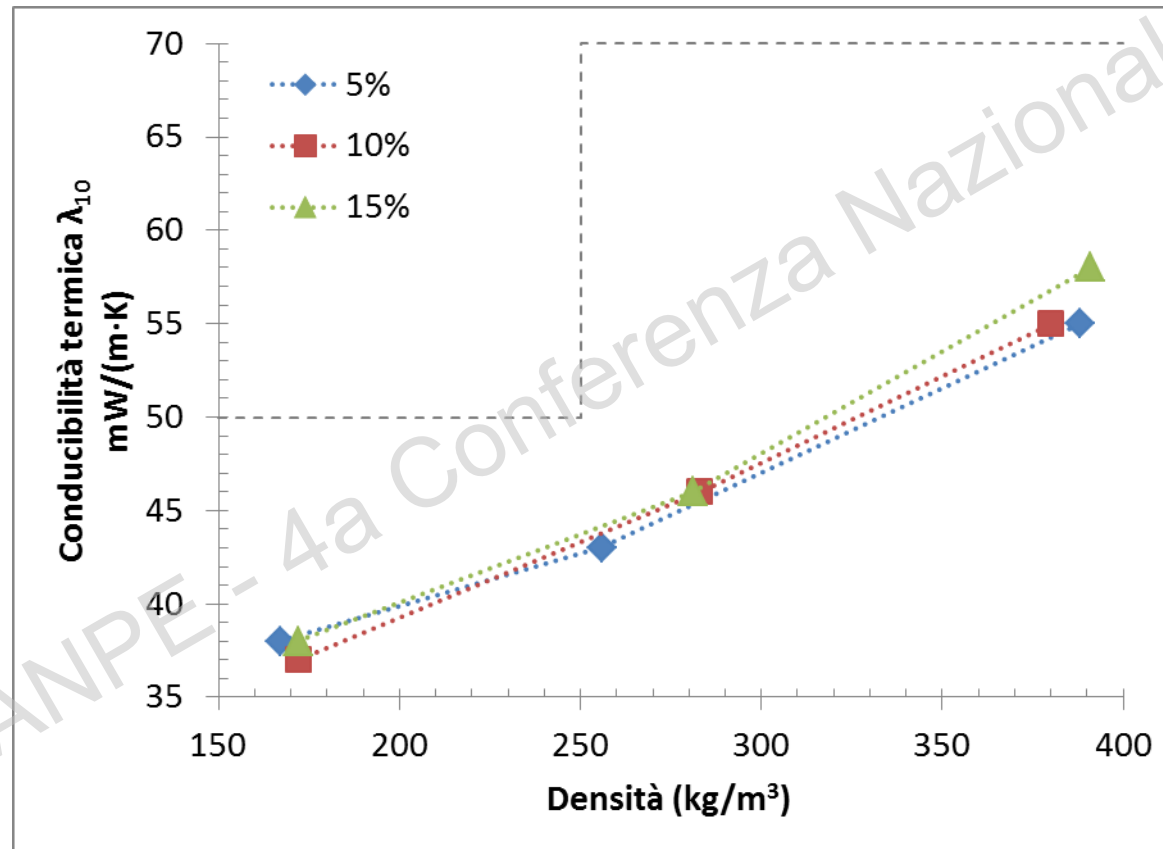


Misura della
conducibilità termica
UNI EN 12664

Risultati sperimentali // Proprietà meccaniche



Risultati sperimentali // Conducibilità termica

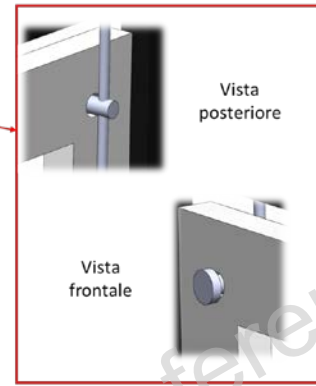
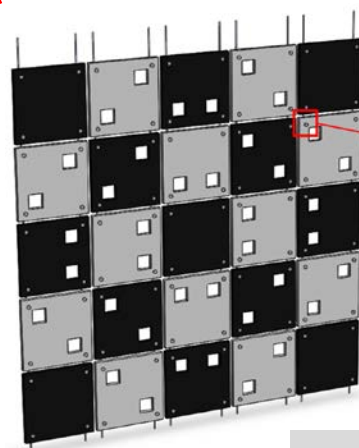
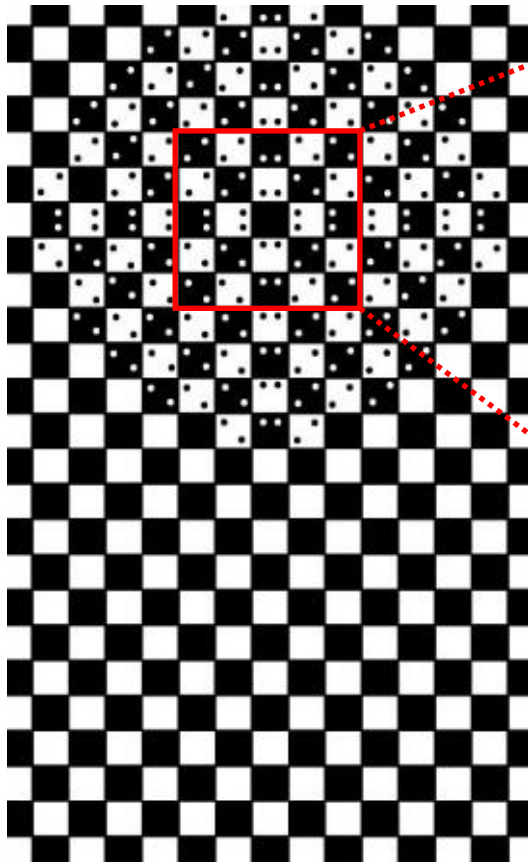


Confronto con un prodotto commerciale analogo

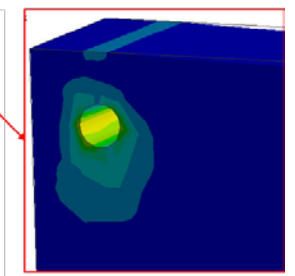
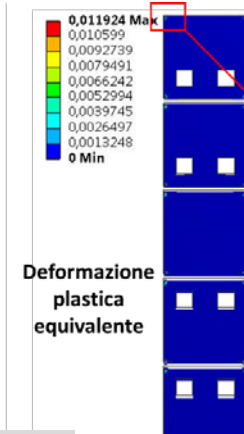
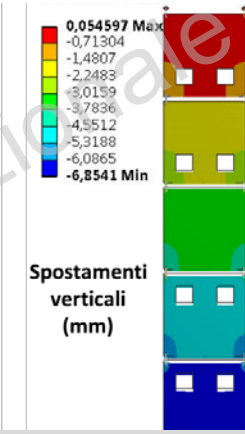
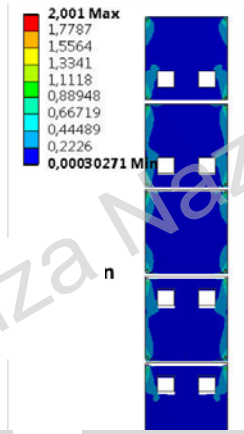
Proprietà	Unità	Pannello CETMA	Prodotto commerciale
Densità nominale	kg/m ³	400	550
Resistenza a flessione	MPa	2,7 ÷ 3,6	4,5
Modulo a flessione	MPa	130 ÷ 168	30
Resistenza a trazione perpendicolare al piano	kPa	56 ÷ 200	n.d.
Resistenza all'estrazione della vite sulla faccia	N/mm ²	5,1 ÷ 6,0	11,35
Conducibilità termica	mW/(m·K)	55 ÷ 58	83

Dimostratore tecnologico

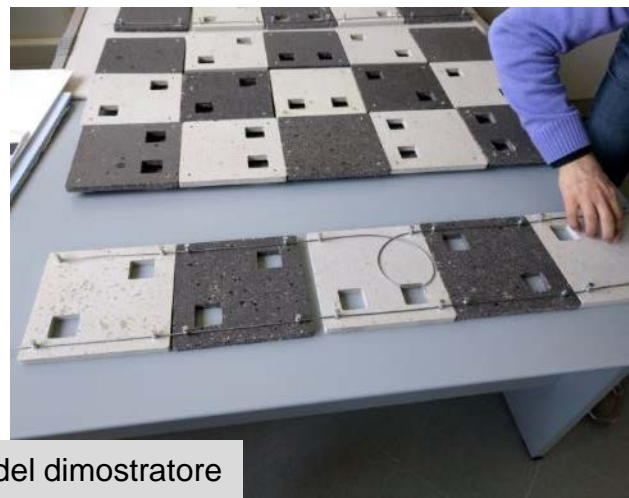
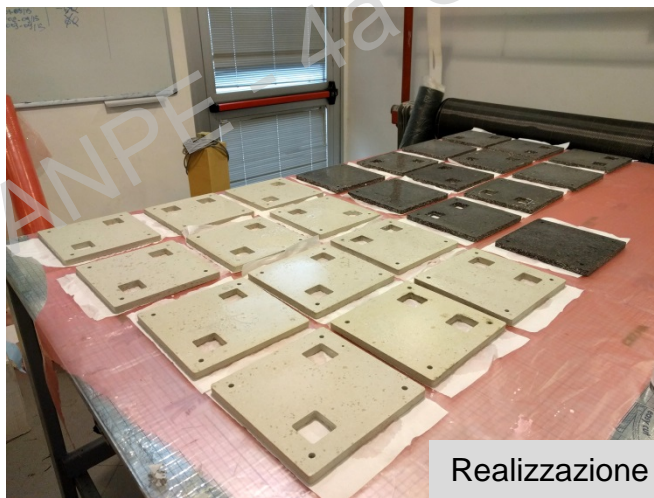
Sistema divisorio per ambienti interni componibile di un numero variabile di elementi



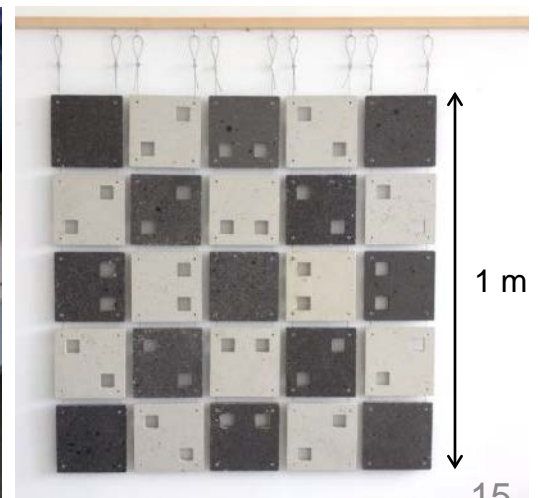
Progettazione del dimostratore



Simulazione e verifica strutturale



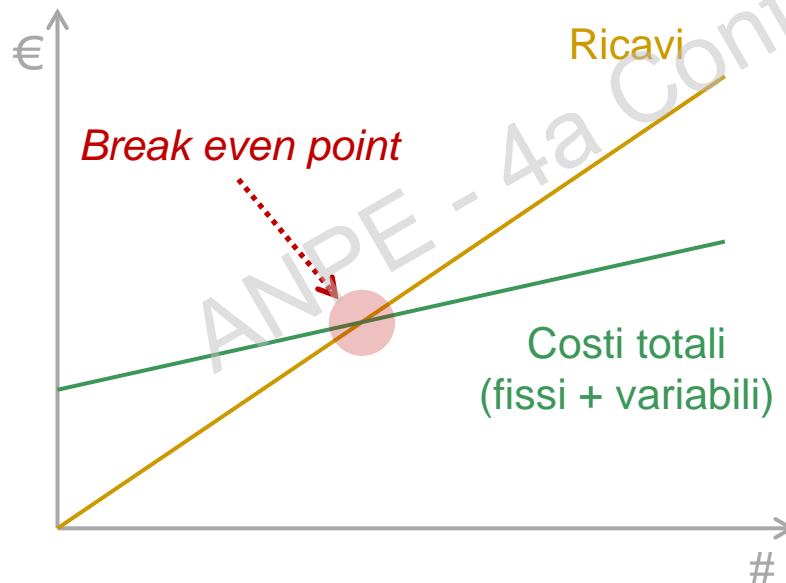
Realizzazione del dimostratore



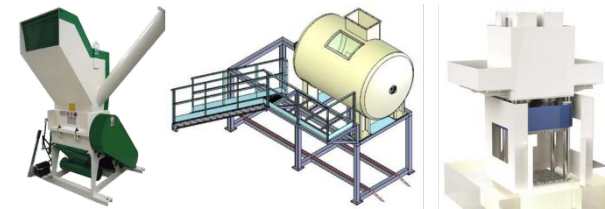
15

Sostenibilità economica del re-bonding di schiume rigide

- Per coprire i costi di investimento occorre una certa produttività del semilavorato da riciclo, e quindi un certo volume disponibile di materia prima seconda



Costi fissi: es. attrezzature tecnologiche

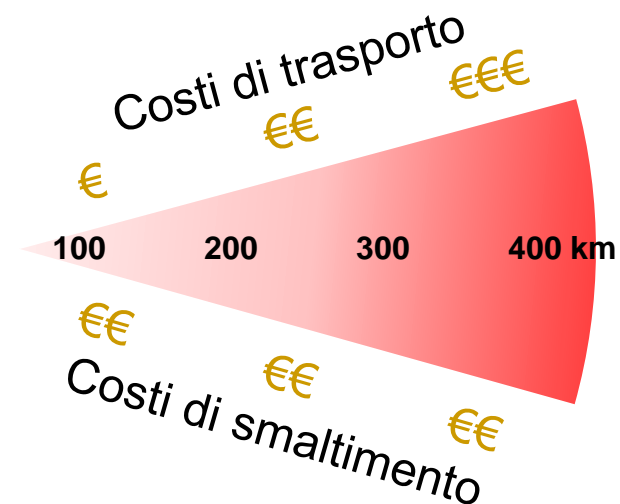


Costi variabili: es. materie prime*



Sostenibilità economica del re-bonding di schiume rigide

- Il volume disponibile di materia prima seconda è influenzato da:
 - Ciclo di vita lungo dei prodotti in PU espanso rigido
 - Logistica di raccolta: costi di trasporto < costi di smaltimento entro 250÷300 km ca. (a meno di scarti macinati e bricchettati)



Sostenibilità economica del re-bonding di schiume rigide

- Costituzione di un **centro di raccolta e trasformazione** avente le seguenti caratteristiche:
 - Riciclo di **scarti misti** (schiume rigide, legno, vetroresina ecc.) previa ottimizzazione del processo di riciclo
 - Riciclo di **scarti post consumo**, previa separazione dei materiali contaminanti (es. metalli)
 - **Processo di riciclo discontinuo**

Conclusioni e opportunità

- Lo studio sperimentale svolto da CETMA ha dimostrato la fattibilità tecnica del processo di re-bonding di **scarti di lavorazione di PU espanso rigido** e validato il materiale da riciclo risultante in conformità agli standard relativi ad un prodotto potenzialmente concorrente
- CETMA è disponibile a fornire assistenza allo **scale-up** del processo anche per **scarti misti post consumo**
- L'attività descritta è un risultato del progetto di ricerca **MAIND** (Materiali eco-innovativi e tecnologie avanzate per l'industria manifatturiera e delle costruzioni), finanziato dal MIUR nell'ambito del programma **P.O.N. "Ricerca e Competitività" 2007-2013**



Grazie per l'attenzione

Andrea Tinti

Centro di Ricerche Europeo di Tecnologie, Design e Materiali (CETMA)
c/o Cittadella della Ricerca - S.S. 7 km 706 + 030 - 72100 Brindisi
Tel.: 0831 449 403 - E-mail: andrea.tinti@cetma.it

